

LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND ITS MANUFACTURE

Publication number: JP2000267109

Publication date: 2000-09-29

Inventor: HASEGAWA TSUTOMU; YAMAGUCHI TAKASHI;
FUKUSHIMA RIEKO; YAMAGUCHI HAJIME; TAKATO
TAKAKI

Applicant: TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO

Classification:


- International: G09F9/35; G02F1/1337; G02F1/136; G02F1/1368;
G02F1/141; G09F9/35; G02F1/13; (IPC1-7):
G02F1/1337; G02F1/1365; G09F9/35

- european: G02F1/141

Application number: JP19990074850 19990319

Priority number(s): JP19990074850 19990319

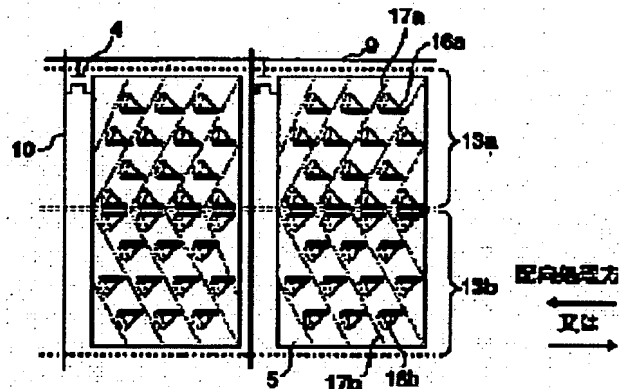
Also published as:

 US6344889 (

[Report a data error](#)

Abstract of JP2000267109

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily form a liquid crystal arrangement which has a wide viewing angle and is hard to suffer breaking of alignment in a liquid crystal display device holding a liquid crystal with spontaneous polarization between substrates. **SOLUTION:** A counter electrode 13 is formed with two nesting comb shaped electrodes 13a, 13b and its rubbing alignment treatment is carried out in the longitudinal direction of the teeth of the comb shaped electrodes 13a, 13b. In the case a liquid crystal material is subjected to a phase transition from a nematic phase to a chiral smectic C phase, a positive DC voltage is applied between pixel electrodes 5 and one of the comb shaped electrode 13a and a negative DC voltage is applied between pixel electrodes 5 and the other comb shaped electrode 13b. Thereby a liquid crystal arrangement having smectic layers bent horizontally with respect to the surface of the substrate is easily realized.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-267109

(P2000-267109A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	デマート* (参考)
G 0 2 F 1/1337	5 1 0	C 0 2 F 1/1337	5 1 0 2 H 0 9 0
1/1365		C 0 9 F 9/35	3 0 8 2 H 0 9 2
G 0 9 F 9/35	3 0 8	C 0 2 F 1/136	5 0 0 5 C 0 9 4

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-74850

(22) 出願日 平成11年3月19日 (1999.3.19)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 長谷川 励

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(72) 発明者 山口 剛史

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術研究所内

(74) 代理人 100083161

弁理士 外川 英明

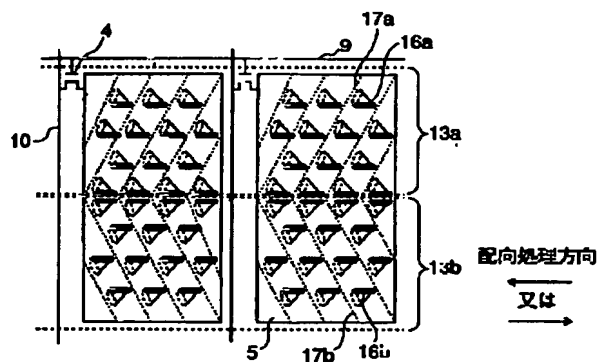
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板間に自発分極を有する液晶が挟持された液晶表示装置において、広視野角で配向破壊が起こりにくい液晶配列を容易に形成する。

【解決手段】 対向電極13を2つの入れ子状の櫛形電極13a、13bで形成し、櫛形電極13a、13bの歯の長手方向にラビング配向処理を行う。液晶材料がネマティック相からカイラルスメクティックC相に相転移する際、画素電極5と一方の櫛形電極13aとの間にプラスの直流電圧を印加し、画素電極5ともう一方の櫛形電極13bとの間にマイナスの直流電圧を印加する。この方法により、基板面と水平にスメクティック層が折れ曲がった液晶配列を容易に実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の基板と、

この第1の基板に対向配置された第2の基板と、
前記第1及び第2の基板間に挟持されかつカイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ自発分極を有する液晶材料とを具備し、
前記液晶材料がネマティック相からカイラルスメクティックC相に相転移する際に、前記液晶材料に対して一極性の電圧を第1の領域、前記一極性と反対極性の電圧を第2の領域に印加することにより形成された、前記液晶材料のスメクティック層の方向が互いに異なる前記第1及び第2の領域を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 第1の基板と、

この第1の基板に対向配置された第2の基板と、
前記第1の基板の前記第2の基板と対向する面に形成された画素電極と、
前記第2の基板の前記第1の基板と対向する面に形成されかつ相補的に組み合わせられた一対の櫛形電極を有する対向電極と、
前記第1及び第2の基板間に挟持されかつカイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ自発分極を有する液晶材料とを具備し、
一方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた第1の領域の前記液晶材料と、他方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた第2の領域の前記液晶材料が、スメクティック層の方向が互いに異なることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】 前記第1及び第2の領域のスメクティック層の方向がなす角度が 115° ～ 155° の範囲である請求項1、2記載の液晶表示装置。

【請求項4】 1つの画素内に前記第1及び第2の領域が存在し、前記第1及び第2の領域の体積が概略等しい請求項1、2記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記液晶材料のカイラルピッチを p 、前記第1及び第2の基板間の距離を d としたとき、 $d < p$ である請求項1、2記載の液晶表示装置。

【請求項6】 前記液晶材料のチルト角が概略 22.5° である請求項1、2記載の液晶表示装置。

【請求項7】 前記櫛形電極の歯の長手方向と電圧無印加時の前記液晶材料の配向方向が概略平行である請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項8】 前記櫛形電極の歯のピッチと前記画素電極のピッチが概略半周期ずれている請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項9】 前記櫛形電極の歯のピッチが $500\mu\text{m}$ 以下である請求項2記載の液晶表示装置。

【請求項10】 第1の基板と、この第1の基板に対向配置された第2の基板と、前記第1及び第2の基板間に挟持されかつカイラルスメクティックC相の高温側にネ

マティック相を持つ自発分極を有する液晶材料とを具備した液晶表示装置の製造方法であって、

前記液晶材料がネマティック相からカイラルスメクティックC相に相転移する際に、前記液晶材料に対して一極性の電圧を第1の領域、前記一極性と反対極性の電圧を第2の領域に印加することにより、前記液晶材料のスメクティック層の方向が互いに異なる前記第1及び第2の領域を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法。

【請求項11】 前記第1の基板の前記第2の基板と対向する面に形成された画素電極と、前記第2の基板の前記第1の基板と対向する面に形成されかつ相補的に組み合わせられた一対の櫛形電極を有する対向電極とを具備し、

前記液晶材料に対して、一方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた領域に一極性の電圧を印加して前記第1の領域を、他方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた領域に前記一極性と反対極性の電圧を印加して前記第2の領域を形成する請求項10記載の液晶表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自発分極を有する液晶材料を用いた液晶表示装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は低消費電力・軽量・薄型といった特徴があり、パソコンやカーナビゲーションなどのモニターとして広く用いられている。しかし、CRTと比較すると、応答速度が遅い、視野角が狭いなどの欠点がある。液晶表示装置が大型化・高精細化するにつれて、高速応答・広視野角の要求が高まってきている。

【0003】自発分極を有する液晶を用いた液晶表示装置は、高速応答が実現可能な表示モードとして注目されている。自発分極は固有あるいは電場を印加することにより誘起される。このような液晶材料の例として、強誘電性液晶(SS-FLC (Surface stabilized ferroelectric liquid crystal)、単安定強誘電性液晶(Monostable ferroelectric liquid crystal)、DHF (Deformed helix ferroelectric liquid crystal)、ねじれFLC (Twisted ferroelectric liquid crystal)、APD (alternating polarization domain)、高分子安定化強誘電性液晶(polymer stabilized ferroelectric liquid crystal)、反強誘電性液晶(無閾値反強誘電性液晶を含む)、電傾効果(electro-clinic effect)を示す液晶などが挙げられる。

【0004】上記の表示モードの動作原理は、クロスニコルの2枚の偏光板に挟まれた一軸性結晶とみなせる液晶の光軸が面内で回転することで光を透過・遮断している。このような表示モードでは斜め方向から液晶表示装

置を見ると、色変化などの不具合が生じる。この理由は、液晶の光軸と平行方向から液晶表示装置を観察した場合と、垂直方向から観察した場合とでは、見かけ上の液晶の屈折率が異なるためである。

【0005】この不具合を解決するために、特開平9-120065号公報では配向方向が直交する2領域を形成して、視野角を拡大する方法が提案されている。特開平9-120065号公報に記載された液晶表示装置では、配向方向が直交する2領域の面積は、一般的に数十 μm から数百 μm 程度である画素サイズ程度と小さく、この領域の配向処理方向を異ならしめるのに、マスキラビング法が用いられている。マスキラビングは、①ラビング処理した配向膜上にフォトレジストを塗布、②乾燥、③マスク露光、④現像、⑤焼成、⑥ラビング処理、⑦フォトレジスト剥離、⑧配向膜洗浄というステップで行われる。このように、マスキラビングは工程が複雑で製品コストが増大し、歩留まり低下の原因となる。

【0006】なお、特開平9-120065号公報には上下の基板の配向処理方向を直交させるだけで、前記の2領域を形成する方法も示されている。この方法の工程は簡便ではあるものの、カイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ液晶には適用できない。なぜなら、このような相系列の液晶はスメクティックA相を持たないため、上下の基板の配向処理方向を直交させると液晶はツイスト配列となり、スメクティック層方向が互いに異なる2領域を形成することができない。

【0007】カイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ液晶でスメクティック層方向が異なる2領域を形成する方法は、例えば特開平10-221718号公報に開示されている。この方法は、配向膜を持つ液晶セル内に、液晶を加熱しながら充填し、液晶をネマティック相からスメクティックC相に冷却することにより2領域を形成するものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述した特開平10-221718号公報に記載された方法を用いると、カイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ液晶でスメクティック層方向が異なる2領域を形成することができるものの、次のような問題があった。すなわち、2領域を形成することはできるものの、この2領域が形成される場所を制御することができず、場合によっては所望の視野角あるいは所望の中間調表示を得ることができなくなってしまう。

【0009】本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、視野角が広い液晶表示装置及び簡単な工程で視野角が広い液晶表示装置を得ることができる液晶表示装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】(手段)上記の目的を達成するために本発明は請求項1の発明として、第1の基

板と、この第1の基板に対向配置された第2の基板と、前記第1及び第2の基板間に挟持されかつカイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ自発分極を有する液晶材料とを具備し、前記液晶材料がネマティック相からカイラルスメクティックC相に相転移する際に、前記液晶材料に対して一極性の電圧を第1の領域、前記一極性と反対極性の電圧を第2の領域に印加することにより形成された、前記液晶材料のスメクティック層の方向が互いに異なる前記第1及び第2の領域を有することを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0011】また請求項2の発明として、第1の基板と、この第1の基板に対向配置された第2の基板と、前記第1の基板の前記第2の基板と対向する面に形成された画素電極と、前記第2の基板の前記第1の基板と対向する面に形成されかつ相補的に組み合わせられた一対の櫛形電極を有する対向電極と、前記第1及び第2の基板間に挟持されかつカイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ自発分極を有する液晶材料とを具備し、一方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた第1の領域の前記液晶材料と、他方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた第2の領域の前記液晶材料が、スメクティック層の方向が互いに異なることを特徴とする液晶表示装置を提供する。

【0012】更に上記の目的を達成するために本発明は請求項10の発明として、第1の基板と、この第1の基板に対向配置された第2の基板と、前記第1及び第2の基板間に挟持されかつカイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ自発分極を有する液晶材料とを具備した液晶表示装置の製造方法であって、前記液晶材料がネマティック相からカイラルスメクティックC相に相転移する際に、前記液晶材料に対して一極性の電圧を第1の領域、前記一極性と反対極性の電圧を第2の領域に印加することにより、前記液晶材料のスメクティック層の方向が互いに異なる前記第1及び第2の領域を形成することを特徴とする液晶表示装置の製造方法を提供する。

【0013】本発明の液晶表示装置の製造方法においては、前記第1の基板の前記第2の基板と対向する面に形成された画素電極と、前記第2の基板の前記第1の基板と対向する面に形成されかつ相補的に組み合わせられた一対の櫛形電極を有する対向電極とを具備し、前記液晶材料に対して、一方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた領域に一極性の電圧を印加して前記第1の領域を、他方の前記櫛形電極と前記画素電極とに挟まれた領域に前記一極性と反対極性の電圧を印加して前記第2の領域を形成することが好ましい。

【0014】ここで本発明の好ましい態様として以下の態様が挙げられる。

(1) 第1及び第2の領域のスメクティック層の方向がなす角度が 115° ～ 155° の範囲であること。

(2) 1つの画素内に第1及び第2の領域が存在し、第1及び第2の領域の体積が概略等しいこと。

(3) 液晶材料のカイラルピッチを p 、第1及び第2の基板間の距離を d としたとき、 $d < p$ であること。

(4) 液晶材料のチルト角が概略 22.5° であること。

(5) 櫛形電極の歯の長手方向と電圧無印加時の液晶材料の配向方向が概略平行であること。

(6) 櫛形電極の歯のピッチと画素電極のピッチが概略半周期ずれていること。

(7) 櫛形電極の歯のピッチが $500\mu\text{m}$ 以下であること。

(8) 櫛形電極の歯の間隙部と対向するように第1の基板に補助容量線が形成されていること。

【0015】(作用)本発明においては、液晶材料がネマティック相からカイラルネマティックC相に相転移する際に、液晶材料に対して一極性の電圧を第1の領域、この一極性と反対極性の電圧を第2の領域に印加することにより、液晶材料のス멕ティック層の方向が互いに異なる第1及び第2の領域が形成される。互いに反対極性の電圧を印加することによってス멕ティック層の方向が異なる2領域を形成するため、2領域が形成される場所の制御が可能であり、所望の広い視野角を得ることができる。また、電圧の印加のみで2領域が形成される場所の制御が可能のため、広い視野角を有する液晶表示装置を簡単な工程で得ることができる。

【0016】液晶材料に対して互いに反対極性を印加するための具体的な手段としては、例えば対向電極として、第2の基板の第1の基板と対向する面に形成され、相補的に組み合わせられた一対の櫛形電極を用いる。この櫛形電極の一方に液晶材料に対して一極性の電圧、他方に反対極性の電圧を印加することで、一方の櫛形電極と画素電極とに挟まれた領域を第1の領域、他方の櫛形電極と画素電極とに挟まれた領域を第2の領域とすることができる。

【0017】また自発分極を有する液晶材料はス멕ティック層を有する。外力によりス멕ティック層の層間隔が変化すると、外力を取り除いても変化した層間隔は復元することができない。そのため、一般的な自発分極を有する液晶材料を用いた液晶表示装置の表示面を指で押すと、配向破壊と呼ばれる表示不良が生じる。これに対して本発明では、ス멕ティック層の方向が互いに異なる2領域を形成するため、層を変形させる外力の伝播を第1及び第2領域の境界で遮断でき、これにより配向破壊を防止できる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の実施の形態について説明する。図1は本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の第2の基板の一部を示す平面図、図2は液晶表示装置の電極の配置を示す一部平面

図、図3は図2の2点鎖線で切った断面図である。尚、図4以降の図面に関しても図1～図3と同様の部分には図1～3と同じ符号を付してあり、これらに関しては詳細な説明を省略している。

【0019】図に示すように、液晶表示装置1には、相対向する一対の基板2、3のうち、一方の第1の基板2の内面にTFT (Thin film transistor) 素子4、画素電極5、ゲート線9、信号線10が設けられ、これらの上に配向膜6aが設けられている。

【0020】他方の第2の基板3の内面には、図示せぬカラーフィルター、図示せぬブラックマトリックス、対向電極13が設けられ、さらにこの対向電極13上に配向膜6bが設けられている。

【0021】更に、第1の基板2に設けられたTFT素子4及び画素電極5と、第2の基板3に設けられた対向電極13との間に、強誘電性液晶、反強誘電性液晶など固有または電場を印加することにより誘起される自発分極を有する液晶材料8が挟まれている。基板の周辺部にはシール11が、非画素部分にはスペーサ12が第1及び第2の基板2、3の間に形成されている。

【0022】また、これら第1、第2の基板2、3の外側に、クロスニコルとした2枚の偏光板7が貼着されている。ここで第1の基板2について説明する。TFT素子4及び各電極の構造について以下に示す。

【0023】図示せぬ補助容量線及びゲート線9は図示せぬゲート絶縁膜によって覆われ、さらにゲート絶縁膜上には図示せぬ半導体薄膜が形成されている。半導体薄膜上には、チャネル形成時に半導体薄膜を保護するための図示せぬチャネル保護膜が形成されている。そして、半導体薄膜及びチャネル保護膜上には、それぞれコンタクトホールを介して半導体薄膜のソース部及びドレイン部に電気的に接続された図示せぬソース電極、及び信号線10と一体のドレイン電極が配置されている。また、ソース電極は画素電極5と電気的に接続されている。

【0024】尚、対向電極13とのショート防止のために、TFT素子4、画素電極5、ゲート線9、信号線10は絶縁膜によって覆われていてもよい。また、半導体薄膜はアモルファスシリコンでもポリシリコンでもよい。ポリシリコンを用いた $p-Si$ TFTは移動度が高いため、自発分極を有する液晶材料8のスイッチングに適している。

【0025】各画素をスイッチングできればTFT素子でなく、TFD (Thin film diode) 素子などを使用してもよい。次に、第2の基板3について説明する。

【0026】図1に示すように、第2の基板3上には相補的に組み合わせられた2つの櫛形電極13a、13bを用いた対向電極13がカラーフィルター上に形成されている。櫛形電極の歯の部分14は表示エリアとなる。したがって、歯の部分14は透過型液晶表示装置の場合はITO (Indium Tin Oxide) などの透明導電膜、反射型

液晶表示装置の場合はアルミニウムなどの反射率の高い金属膜で形成することが好ましい。歯と歯をつなぐ周辺部15は、非表示エリアとなる。

【0027】尚、カラーフィルターは第1の基板2側に形成されていても構わない。第2の基板3側にカラーフィルターを形成する場合には、対向電極13とカラーフィルターとの間に平坦化膜を形成すると対向電極13が平坦になるため、液晶材料8の配向性が向上し、また対向電極13と第1の基板2とが短絡しにくくなる。対向電極13と赤・緑・青のカラーフィルター各色を構成する材料との間の接着性には差があるため、カラーフィルター上の対向電極13をウェットエッチングで形成する場合、エッチング速度に差が生じる。その結果、カラーフィルターの色によって、対向電極13の幅が異なることがあり問題となる。平坦化膜を形成すれば、この問題も解決することができる。

【0028】平坦化膜の材料としては、アクリル、ポリイミド、ナイロン、ポリアミド、ポリカーボネート、ベンゾシクロブテンポリマー、ポリアクリルニトリル、ポリシラン等の有機膜が好ましい。中でも、コストの点ではアクリル、平坦性の点ではベンゾシクロブテンポリマー、化学的安定性の点ではポリイミドが更に好ましい。

【0029】図2に示したように、第1の基板2と第2の基板3は、一対の櫛形電極13a、13bが画素電極5の面積の2分の1ずつと対向するように配置されている。図2では画素を上下2分割し、櫛形電極13a、13bの歯の幅を画素電極の長手方向の長さの約2分の1とした。図では、櫛形電極13a、13bが画素電極の上下を2分割しているが、画素電極5の左右で分割してもよい。また、1つの画素において、一方の櫛形電極13aと画素電極5が対向する面積と、もう一方の櫛形電極13bと画素電極5が対向する面積が概略等しくなれば、画素は何分割してもよい。

【0030】ここで、図4及び図5に本発明の液晶表示装置の電圧無印加時における液晶材料の配向状態を示す。第1の基板と第2の基板の少なくとも一方に配向膜が形成され、配向膜は櫛形電極13a、13bの歯の長手方向と平行にラビングなどの配向処理がなされている。液晶材料を等方相あるいはネマティック相まで加熱し、次に液晶材料を冷却してネマティック相からカイラルスメクティックC相に転移させる。このとき、一方の櫛形電極13aと画素電極5が対向する部分、すなわち第1の領域と、もう一方の櫛形電極13bと画素電極5が対向する部分、すなわち第2の領域とに、互いに逆の極性の電圧を印加する。

【0031】このようにしてカイラルスメクティックC相を形成することで、第1の領域の液晶分子16aと第2の領域の液晶分子16bが、互いに自発分極の向きが逆になるように配向する。すなわち、第1の領域のスメクティック層17aと第2の領域のスメクティック層1

7bは、第1と第2の領域の境界部分で折れ曲がり、互いの層方向のなす角は $180^\circ - 2\theta$ (θ はチルト角)となる。カイラルスメクティックC相に転移後、電圧を切ってもスメクティック層17の構造は変化しない。

【0032】また、電圧無印加時には液晶分子のダイレクタ16（平均的な液晶分子の長軸方向）は、櫛形電極13の歯の長手方向と概略平行に配向している。液晶分子が上記のような配向となる理由を以下に示す。

【0033】J.S.Patelらの1986年のJournal of Applied Physicsの59巻2355ページに記されているように、カイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相をもつ液晶材料、つまりスメクティックA相をもたない液晶材料は、次のような配向をとる。ネマティック相では液晶分子は配向処理方向と平行に配向する。この状態でセルを冷却すると、この配向を保ったままスメクティック層が形成される。このとき自発分極の方向は、紙面の上向きと下向きの2種類が存在するが、カイラルスメクティックC相への相転移時に直流電圧を印加することで、自発分極の向きを一方向に規定できる。このとき、液晶材料の自発分極の符号と直流電圧の極性と液晶材料の層構造とは図6のようになる。

【0034】本発明ではJ.S.Patelらが示した上記の特性を利用して液晶を配向させている。しかし、本発明では①1つの画素内にスメクティック層方向の互いに異なる2領域を形成している点、②1つの画素内で互いに逆極性の電圧を印加できるように、対向電極を相補的に組み合わせた一対の櫛形電極で構成した点、③櫛形電極の歯の長手方向と電圧無印加時の液晶の配向方向を概略平行とした点が異なっている。

【0035】以下、①～③の効果について記す。

① J.S.Patelらが示したように、カイラルスメクティックC相への相転移時に直流電圧を印加すると、液晶材料の配向方向は図6のいずれか1つとなる。

【0036】自発分極の符号が正の液晶材料を使用し、プラス電圧を紙面の下から上に印加しながらカイラルスメクティックC相を形成したとき、液晶分子は図7

(a)に示した配向となる。この図7(a)のような配向を示す液晶セルに電圧を印加して駆動すると、図7

(b)に示すプラス電圧印加時には液晶分子はほとんどスイッチングせず、図7(c)に示すマイナス電圧印加時に液晶分子はスイッチングする。従って、このセルで白を表示する場合にはマイナスの電圧を印加し続ける必要があり、液晶材料中のイオン性不純物により焼き付き不良が生じる。また、焼き付きを防ぐために交流で駆動すると、プラス電圧印加時には黒表示、マイナス電圧印加時には白表示となり、フリッカを生じる。

【0037】尚、このセルの印加電圧-透過率特性は図9に示すようになる。図9において、横軸は印加電圧、縦軸は透過率である。これに対して、本発明のように1つの画素内にスメクティック層方向の互いに異なる2領

域を形成した場合を図8の平面図に示す。

【0038】電圧無印加時には液晶分子が図8(a)に示したような配向を示す。図8(b)に示すプラス電圧印加時には、櫛形電極13bが形成された下半分の領域が白表示となり、図8(c)に示すマイナス印加時には、櫛形電極13aが形成された上半分の領域が白表示となる。上下領域の面積が概略等しい、換言すれば上半分、下半分の領域に含まれる液晶材料の体積が概略等しくなるため、プラス印加時とマイナス印加時で印加電圧の絶対値が等しければ、輝度も概略等しくなる。ゆえに、フリッカは発生しない。

【0039】なお概略とは、面積差及び輝度差が5%以内であることを意味し、この場合実質的にフリッカが発生しない。このセルの電圧-透過率特性を図10に示す。図10において、横軸は印加電圧、縦軸は透過率である。

【0040】この図からわかるように、セルに印加する電圧の大きさを变えることで階調表示が可能である。階調は主として、電圧によって反転したドメインと反転していないドメインの面積比によって表示される。

【0041】尚、L.Komitov らの1996年のFerroelectricsの189巻199ページに開示されているhorizontal chevronや国際学会FLC'97のProceeding、特開平10-120065号公報に開示されているJ.FuenschillingらのAPD(alternating polarization domain)は、直流電圧を印加せずに自発的に2領域を形成している。これらの方法では、2領域の各々が形成される場所を制御することができない。ゆえに、任意の1画素中で2領域の面積を等しくすることが困難である。

【0042】^② 1つの画素に2つのTFT素子及び2つの画素電極を設ければ、1つの画素に互いに逆極性の直流電圧を印加できるようになる。しかし、1画素に2つのTFTを形成すると、画素の開口率が低下し、白表示時の輝度が低下してしまう。また、従来の1画素に1TFT素子のときと比べて、TFT素子の数が2倍になるため、歩留まりが低下する。

【0043】このような問題を回避するため、本発明では対向電極を相補的に組み合わせた一対の櫛形電極で形成した。ITO等でできた対向電極を櫛形にするのは、PEP法を用いれば極めて容易である。尚、ITOをストライプ状にパターンニングすることは、カラーSTN(Super twisted nematic)型液晶表示装置でも行われており歩留まりは高い。

【0044】一対の櫛形電極の歯の間隙部は液晶の電圧がかからない非画素領域となるが、PEP法により間隙部の幅を10 μ m以下にすることが可能である。そのため、開口率の低下は、1画素に2つのTFT素子を形成するときと比べて、はるかに少ない。また、補助容量線をこの間隙部と対向する部分に形成すれば、開口率の低下を抑えることができる。通常、補助容量線の幅は20

～40 μ mであり、間隙部の幅よりも太い。従って、この場合は対向電極を櫛形にしたことによる開口率の低下はない。

【0045】尚、櫛形電極の厚さは80～300nmの範囲であることが好ましい。80nmより薄いと抵抗が高くなってしまふため好ましくなく、また300nmを超えてしまうと成膜に時間がかかり、また多重反射で色がついてしまう等の理由で好ましくない。

【0046】更に、櫛形電極の周辺部の幅は、櫛形電極としてITOのみを用いた場合には、0.5～10mmの範囲であることが好ましい。0.5mmより狭いと抵抗が高くなってしまふため好ましくなく、また10mmより広くなってしまふと液晶表示装置の面積が大きくなってしまふので好ましくない。

【0047】また、ITOを用いた場合、ITOは比較的抵抗率が高いので、配線による信号の遅延の影響を防ぐために、周辺部は抵抗率の低いモリブデン、タングステン、アルミ、クロム、銅、ニッケル、タンタルなどの金属膜で形成することが好ましい。この場合には、周辺部の幅を0.5mmより狭くすることが可能となる。

【0048】ここで「櫛形」という言葉に関して付言する。櫛形とは図1に示すような形状を指すものと解されるのが通常であるが、本発明における「櫛形」とは図1に示す形状には限定されず、図1とほぼ同等な機能を有するもの全てを含むものである。

【0049】また、対向電極は櫛形とせず第2の基板全面に形成し、代わりに画素電極を分割された2つの副画素電極で構成しても良い。更に、対向電極を櫛形とせず1つの画素で2つの電極に分割、画素電極も2つの副画素電極に分割して、対向電極の対向する辺、副画素電極の対向する辺に各々、柱状電極を接続するための突起部を設けて、相対する側と反対側の対向電極、副画素電極を各々柱状電極によって接続しても良い。

【0050】^③ 本発明者らが、液晶表示装置の信頼性について液晶分子の配向方向との関係を検討した結果、櫛形電極の歯の長手方向と、配向膜の配向処理方向と等しい方向である電圧無印加時の液晶分子の配向方向が概略平行の場合、最も信頼性が高いことがわかった。以下その理由を説明する。

【0051】図11に櫛形電極13の歯の長手方向と電圧無印加時の液晶分子16の配向方向を(a)平行、(b)垂直、(c)45°とした場合の液晶分子配列を示す。図中、18a、18bは液晶分子の配向処理方向を示している。

【0052】(a)のように平行の場合、スメクティック層の間隔が常に等しいため、第1の領域と第2の領域との境界部分で液晶分子の配向に乱れがなく、光抜けを生じない。また、境界部分で液晶分子に歪みがかかっていないため、このような液晶配列は安定であり、液晶表示装置を長時間駆動しても、液晶配向の劣化が生じな

い。

【0053】(b)のように垂直の場合、境界部分で1つの層の層間隔が狭くなるため、液晶の配向が乱れ、配向欠陥となる。この欠陥は光漏れを生じ、コントラストを低下させる。また、この欠陥は液晶表示装置を長時間駆動すると拡大するため、さらにコントラストが低下する。

【0054】(c)のように、櫛形電極の歯の長手方向と電圧無印加時の液晶の配向方向のなす角が 45° の場合、境界部で層の間隔が変化する。この場合も、境界部分で液晶の配向が乱れるため光抜けを生じる。長時間駆動すると、この配向欠陥は拡大する。櫛形電極の歯の長手方向と電圧無印加時の液晶の配向方向のなす角が小さいほど、配向の乱れ、すなわちコントラストの低下が少ない。

【0055】尚、概略平行とは $\pm 10^\circ$ 、より好ましくは $\pm 5^\circ$ の誤差を含むものである。また、本発明者らが鋭意研究した結果、本発明では以下の形態が好ましいことがわかった。

【0056】2つの櫛形電極を入れ子状、すなわち相補的に組み合わせた形状とした場合、櫛形電極の歯の幅は種々に選択することができる。櫛形電極の歯の幅を歯の幅方向の画素電極の幅と等しく、櫛形電極の歯のピッチと画素電極のピッチを概略半周期ずらすと、櫛形電極の歯の幅を最大にできる。歯の幅が広い方が、配線抵抗が小さくなって印加電圧のなまりが低減し、また、印刷などの容易な方法で櫛形電極の形成が可能となる。

【0057】尚、概略半周期とは1周期に対して $\pm 5\%$ の誤差を含むものである。図1に示した櫛形電極の歯のピッチは $500\mu\text{m}$ 以下が好ましい。電圧印加時は第1の領域と第2の領域では液晶の配列、すなわち光透過率が異なる。このピッチが $500\mu\text{m}$ より大きい場合、第1の領域と第2の領域が白と黒の帯、すなわちストライプに視認されてしまう。 $500\mu\text{m}$ 以下では、人間の目には第1の領域と第2の領域が混合して見えるので、このような問題が生じない。

【0058】また、第1の領域が光透過状態のとき、第2の領域上でも第1の領域との境界部からは光が透過する。これは、光の回折によるもので、白表示時の輝度が増加される。前記櫛形電極の歯の幅が細くなるにつれて回折の効果は、増大する。櫛形電極の歯のピッチを $160\mu\text{m}$ 以下にすると、白表示時の輝度が飛躍的に増加する。従って、櫛形電極の歯のピッチは $160\mu\text{m}$ 以下が、回折効果の点で好ましい。

【0059】更に、歯の間隙部の幅は開口率の低下を抑える観点から $10\mu\text{m}$ 以下が好ましいが、櫛形電極間のショートを防止するという観点からは $5\mu\text{m}$ 以上が好ましい。

【0060】また、液晶材料のカイラルピッチを p 、第1及び第2の基板間の距離を d とすると、 $d < p$ である

ことが望ましい。 $d < p$ とすることで、液晶分子がツイスト構造になるのを防ぐことができる。液晶分子がツイスト構造になると、電圧無印加時の光抜けが増大し、液晶表示装置のコントラストを低下させてしまう。

【0061】更に、液晶のチルト角が 22.5° のとき、電圧印加によって自発液晶を反転させたときの液晶の光軸と、偏光板の透過軸となす角度が 45° となり、透過率が最大となる。したがって、高コントラストの液晶表示装置を得るためには、前記液晶のチルト角が概略 22.5° であることが望ましい。

【0062】尚、概略 22.5° とは $22.5^\circ \pm 5^\circ$ の誤差を含むものである。また、透過率を考えた場合、チルト角の許容範囲は $12.5 \sim 32.5^\circ$ となる。従って第1及び第2の領域のスメクティック層の方向がなす角度 $180^\circ - 2\theta$ (θ はチルト角)は $115 \sim 155^\circ$ が好ましい。透過率は $\sin^2(4\theta)$ で表されるため、例えばチルト角 12.5° の場合には透過率が約 59% であるが、チルト角を 10° とすると約 41% まで低下してしまい実用的な素子を得ることができなくなってしまう。

【0063】本発明におけるカイラルスメクティックC相の高温側にネマティック相を持つ液晶材料としては、例えば(+) - 4 - n - オクチロキシフェニル - 4 - (2' - メチルブチル) ビフェニル - 4' - カルボキシレート、ジフェニルビリミジン系液晶等を用いることができる。

【0064】本発明の液晶表示装置に用いる配向膜材料としては、アクリル、ポリイミド、ナイロン、ポリアミド、ポリカーボネート、ベンゾシクロブテンポリマー、ポリアクリルニトリル、ポリシランなどの有機膜、及び斜方蒸着した酸化シリコン等が使用可能である。特に、ポリイミド、ポリアクリルニトリル、及びナイロンが成膜の容易さや化学的安定性の点で優れている。

【0065】配向膜にポリイミドを使用する場合、比較的極性の低い、換言すれば比較的疎水性の強いポリイミドが好ましい。この比較的極性が低いを物性値で表すと、表面エネルギーの極性力成分 γ_p が 9dyn/cm 以下となる。

【0066】比較的極性が低いポリイミドとしては、例えばイミド化率が 85% 以上のポリイミド、フッ素原子(CF_3 基)を含んだポリイミド、ポリイミドの酸無水物の部分にベンゼン環を有するポリイミド、ポリイミドのジアミンの部分に酸素原子(エーテル結合)をもたないポリイミド、ポリイミドのジアミンの部分に $-\text{CH}_2-$ という結合をもつポリイミド等が挙げられる。

【0067】比較的極性の低いポリイミドが好ましい理由を以下に示す。カイラルスメクティックC相が出現する際、液晶分子と配向膜との間の極性表面相互作用により、液晶分子の自発分極の向きが基板の外側、あるいは内側を向こうとする力が働く。外側か内側かは配向膜が

電子供与性が電子吸引性によって決まる。この力と、櫛形電極－画素電極間に印加した電圧が相反するとき、例えば第1の基板界面で、極性表面相互作用により自発分極の向きが外側を向こうとしているのに、直流電圧により自発分極の向きを内側に配向させたとき、液晶分子の配向度の低下が生じる。これを防ぐには極性表面相互作用を小さくすればよい。ポリイミド配向膜の極性が低いほど、液晶との極性表面相互作用が小さいので、低極性のポリイミドが本発明の液晶表示装置に適している。

【0068】さらに、本発明に適した配向膜として、液晶に4°以下の比較的低いプレチルト角を与える配向膜材料及びラビング条件が好ましい。また、第1の基板と第2の基板のラビング方向の関係は、反平行よりも平行の方が好ましい。これらの理由は、低プレチルト角で平行ラビングの方が、高プレチルト角で反平行ラビングのときよりも、基板面に対して垂直方向にスメクティック層が折れ曲がった垂直シェブロン構造を作りにくくなるためである。液晶配列が垂直シェブロン構造になると、ジグザグ欠陥からの光抜けによりコントラストが低下してしまう。

【0069】続いて、本発明の液晶表示装置の製造方法について概略を説明する。第1の基板の一主面に画素電極、TFT素子、ゲート線、信号線、補助容量線等を形成し、これらの上に配向膜を形成する。

【0070】一方、第2の基板の一主面に対向電極、カラーフィルター、ブラックマトリックス等を形成し、さらに対向電極上に配向膜を形成する。必要に応じて配向膜の上に平坦化膜を形成しても良い。対向電極を櫛形電極とする場合には、例えばスパッタ法により透明導電膜を形成した後に、PEPプロセスによりレジスト膜のパターンを形成し、このパターンをマスクとして透明導電膜をエッチングすることで櫛形電極を形成すれば良い。

【0071】その後、形成された配向膜にラビングが必要な場合には配向膜にラビング処理を行う。第1の基板上にスペーサを散布、また第2の基板の周辺部分にシール材を形成し、配向膜を形成した主面が対向するように第1及び第2の基板を配置してセルとする。

【0072】このセルの第1及び第2の基板間に液晶材料を加熱しながら注入を行う。この後、形成した電極の周辺部に電圧を印加するための端子を接続し、液晶材料に印加される電圧が互いに反対極性となる領域を有するようにセルに電圧を印加する。この電圧を印加しながらセルを冷却して液晶材料にスメクティック層を形成する。これにより一極性の電圧が印加された領域が第1の領域、反対極性の電圧が印加された領域が第2の領域となる。

【0073】電圧を印加する際には、一対の櫛形電極を形成した場合、例えば画素電極の電位を0V等の一定の電位に保ったまま、一方の櫛形電極にこの一定の電位よりも大きい電圧、他方の櫛形電極には一定の電位よりも

小さい電圧を印加すれば良い。対向電極を第2の基板全面に形成して画素電極を2つに分割する場合には、例えば対向電極を一定の電位に保ったまま、一方の副画素電極に一定の電位よりも大きい電圧、他方の副画素電極には一定の電位よりも小さい電圧を印加すれば良い。更に、対向電極、画素電極を分割して柱状電極を設ける場合には、例えば一方の副画素電極に、この副画素電極に対向する方の対向電極に対して一定の電圧を印加することにより、この副画素電極に柱状電極で接続された対向電極が同電位となるため、電圧を印加した一方の副画素電極上と他方の副画素電極上とで液晶材料に印加される電圧の極性が互いに反対極性となる。

【0074】尚、第1及び第2の領域を形成するためのセルに印加する電圧として、典型的には直流電圧あるいはオフセット電圧が考えられる。これらの電圧の大きさは、0.2～10Vが良い。0.2V未満の場合、自発分極の向きが一方に揃わない場合があり、10Vより大きい場合は、スメクティック層形成時に、液晶内に含まれるイオン性不純物が配向膜表面に吸着し、焼き付き不良を生じることがあるためである。

【0075】セルの外側に偏光板を設け、ドライバーICなどの駆動回路を実装、バックライトなどを取り付けて液晶表示装置が完成する。完成した液晶表示装置に第1及び第2の領域が双方が存在するか否かは、例えば目で白黒の変化が確認できる程度の余り周波数の高くない所望の電圧を印加しながら、セルを顕微鏡等で見ることで確認することができる。

【0076】

【実施例】以下、図面を参照しつつ本発明の実施例を説明する。

（実施例1）図12は本発明の第1の実施例に係る液晶表示装置の一部平面図である。本実施例に係る液晶表示装置の断面図は図3と同様であり、実施例8までは同様の断面図となる。以下、製造工程に沿って説明をする。

【0077】まず、第1の基板2に以下のようにしてTFT素子4を形成した。第1の基板2としてのガラス基板上にクロムを用いた補助容量線19及びゲート線9を形成した。この補助容量線19及びゲート線9をクロム酸化膜と酸化シリコン膜との積層構造を有する図示せぬ絶縁膜によって覆い、さらにこの絶縁膜上にアモルファスシリコンからなる図示せぬ半導体薄膜のパターンを形成した。この半導体薄膜上に窒化シリコンからなる図示せぬチャネル保護膜を形成した。この半導体薄膜及びチャネル保護膜に図示せぬコンタクトホールを設け、このコンタクトホールを介して半導体薄膜のソース部及びドレイン部に電気的に接続される図示せぬソース電極、及び信号線10と一体のドレイン電極を形成した。さらに、ソース電極と電気的に接続した画素電極5のパターンを形成した。これにより、第1の基板2上にTFT素子4、画素電極5、ゲート線9、信号線10が形成され

る。

【0078】対向電極13とのショートを防ぐために、上記構成のTFT素子4、画素電極5、ゲート線9、信号線10を厚さ100nmの図示せぬ酸化シリコン膜によって覆った。

【0079】次に、第2の基板3に以下のようにして図示せぬカラーフィルター及び対向電極13を形成した。第2の基板3としてのガラス基板上にクロム膜をパターンニングすることで図示せぬブラックマトリックスを形成した。この上にそれぞれ赤、緑、青の顔料を混入した図示せぬ感光性アクリル樹脂のパターンを形成した。更に透明のアクリル樹脂を塗布して図示せぬ平坦化膜とした。この平坦化膜上にITOの透明導電膜をスパッタ法により形成した。ITO膜上にPEPプロセスでボジ型レジストのパターンを形成し、ウェットエッチングでこのITO膜を櫛形にし、対向電極13を形成した。その後、ボジ型レジストを剥離した。対向電極13である櫛形電極13a、13bの歯の幅は145 μ m、一方の櫛形電極13aの歯ともう一方の櫛形電極13b歯との間隙部の距離は5 μ mとした。

【0080】TFT素子4を形成した第1の基板2及びカラーフィルターを形成した第2の基板3を洗浄後、これらの基板の上に、オフセット印刷によってポリイミド溶液（日産化学社製SE-5291、 η sp/c: 6dyn/cm）を塗布した。これを、ホットプレートを用いて90℃で1分間、さらに180℃で10分間焼成し、配向膜6とした。

【0081】次に、第1及び第2の基板2、3上の配向膜6に、綿製の布を用いてラビング配向処理を施した。第1の基板2のラビング方向18aはゲート線9と平行、第2の基板3のラビング方向18bは櫛形電極13a、13bの歯の長手方向と平行にした。ラビング布には綿製で毛先の直径が0.1~10ミクロンのものを使用した。ラビング条件は、ラビングローラーの回転数を500rpm、基板移動速度を20mm/s、押し込み量を0.7mm、ラビングの回数を1回とした。

【0082】ラビング後、配向膜6を中性の界面活性剤を主成分とする水溶液で洗浄し、ラビング布から配向膜6に付着した汚れを取り除いた。次に、第1の基板2の配向膜6a上に酸化シリコン（SiO₂）製で直径2.0 μ mのスペーサ粒子12を散布した。また、第2の基板3の周辺部分にエポキシ製のシール材11をディスペンサーを用いて印刷した。

【0083】この第1の基板2と第2の基板3を、配向膜6を形成した面を内側にして対向させた。図12に示したように、櫛形電極13a、13bの歯の長手方向とゲート線が平行に、かつ一方の櫛形電極13aと画素電極5とが対向する部分の面積と、もう一方の櫛形電極13bと画素電極5とが対向する部分の面積が等しくなるように、第1の基板2と第2の基板3の位置を合せ、加

圧状態でシール材11を160℃に加熱して硬化させ、液晶セルを形成した。なお、第1及び第2の基板2、3のラビング方向は、互いに平行になるようにした。また、補助容量線19は、櫛形電極13aの歯と櫛形電極13bの歯との間隙部と対向するように配置した。

【0084】このセルを真空チャンバー内に入れてセル内を真空にした後、注入口より強誘電性液晶材料8（チソ社製CS-2001、相系列：固体相→-30℃→カイラルスメクティックC相→80℃→ネマティック相→85℃→等方相、チルト角：22.5°、自発分極：7nC/cm²）を注入した。このとき、セルと液晶材料8は100℃に加熱した。その後、注入口をエポキシ系接着剤で封止した。

【0085】次に、液晶材料8を注入したセルのゲート線9、信号線10、補助容量線19、櫛形電極13a、13bの周辺部に異方性導電膜を介して、電圧を印加するための端子を接続した。このセルをオープン内で90℃に加熱した。ゲート線9に+25Vを印加しTFT素子4のゲートを常時ON状態とし、信号線10に0Vを印加して画素電極5を0Vに保った。補助容量線19には0Vを印加した。一方の櫛形電極13aに+1V、もう一方の櫛形電極13bに-1Vの直流電圧を印加した。これらの電圧を印加したまま、セルを90℃から25℃まで10℃/minの速度で冷却し、スメクティック層17を形成した。

【0086】このセルを偏光顕微鏡で観察した結果、液晶の消光位から、画素電極5の上半分の第1の領域及び下半分の第2の領域のスメクティック層17は図12に示した通りになっていた。第1及び第2の領域のスメクティック層の方向のなす角は、135°であった。

【0087】このセルのギャップを測定したところ、2.0 μ mであった。本実施例で使用した液晶のカイラルピッチは4.0 μ mとセルギャップより長い。そのため、液晶はツイスト配列になっていなかった。

【0088】このセルの外側に一組の偏光板7を貼付した。なお、一方の偏光板7の透過軸はラビング方向と平行、もう一方の偏光板7の透過軸はラビング方向と垂直とした。この偏光板7を貼付したセルに、ドライバICなどの駆動回路を実装し、バックライトなどを取り付けて本発明の液晶表示装置1を完成させた。なお、液晶表示装置1で画像を表示する場合は、2つの櫛形電極13aと13bに同電位を与え、1つの対向電極として駆動した。

【0089】この液晶表示装置は、基板の中央を3kg/cm²の力で押しても配向破壊による表示不良が見られず、コントラスト10:1以上かつ階調反転の生じない領域で示される視野角が上下左右70°以上、正面のコントラストが200:1で、50℃下1000時間での駆動試験後も配向劣化やコントラスト低下を生じなかった。

【0090】(実施例2)図13は本発明の第2の実施例に係る液晶表示装置の一部平面図である。図13では補助容量線を省略して描いてある。

【0091】本実施例が実施例1の液晶表示装置と異なる点は、櫛形電極13の歯の幅を $290\mu\text{m}$ 、一方の櫛形電極13aの歯ともう一方の櫛形電極13bの歯と間隙部の距離を $10\mu\text{m}$ とし、櫛形電極13の歯の幅を画素電極5の幅と概ね等しくし、櫛形電極13の歯のピッチと画素電極5のピッチを半周期ずらし、ラビング方向18を反転させた点である。

【0092】本実施例でも実施例1の液晶表示装置と同様の効果を得ることができた。

(実施例3)図14は本発明の第3の実施例に係る液晶表示装置の一部平面図である。図14ではスメクティック層17を省略して描いてある。

【0093】本実施例が実施例1の液晶表示装置と異なる点は、櫛形電極13の歯の幅を $70\mu\text{m}$ 、一方の櫛形電極13aの歯ともう一方の櫛形電極13bの歯との間隙部の距離を $5\mu\text{m}$ とした点である。

【0094】櫛形電極13の歯のピッチを $150\mu\text{m}$ としたことにより、白表示時の輝度が増加し、コントラストが $300:1$ となった。その他の性能は、実施例1と同様であった。

【0095】(実施例4)図15は本発明の第4の実施例に係る液晶表示装置の一部平面図である。図15でもスメクティック層17を省略して描いてある。

【0096】本実施例が実施例1の液晶表示装置と異なる点は、櫛形電極13の歯の長手方向を信号線1と平行とし、櫛形電極13の歯の幅を $45\mu\text{m}$ 、一方の櫛形電極13aの歯ともう一方の櫛形電極13bの歯との間隙部の距離を $5\mu\text{m}$ とし、ラビング方向18を信号線10と平行とした点である。

【0097】櫛形電極13の歯のピッチを $100\mu\text{m}$ としたことにより、白表示時の輝度が増加し、コントラストが $350:1$ となった。その他の性能は、実施例1と同様であった。

【0098】(実施例5)図16は本発明の第5の実施例に係る液晶表示装置の一部平面図である。図16では対向電極を省略して描いてある。

【0099】本実施例が実施例1の液晶表示装置と異なる点は、対向電極を櫛形にせず基板全面に形成し、1つの画素を2つの副画素20a、20bで構成し、各々の副画素20a、20bにTFT素子4及び画素電極5a、5bを形成した点である。この場合、一方の副画素20aと対向電極が対向する部分が第1の領域、もう一方の副画素20bと対向電極が対向する部分が第2の領域となる。なお、画素ピッチは $300\mu\text{m}$ とした。

【0100】スメクティック層の形成は、以下に行った。実施例1と同様にしてセルを作製し、液晶材料8を注入した。これをオープン内で 90°C に加熱した。

ゲート線9に $+25\text{V}$ を印加しTFT素子4のゲートを常時ON状態とした。一方の副画素20aに接続された信号線10に -1V を印加し、この副画素20aの画素電極5aを -1V に保った。もう一方の副画素20bに接続された信号線10に $+1\text{V}$ を印加し、この副画素20bの画素電極5bを $+1\text{V}$ に保った。補助容量線19及び対向電極には 0V を印加した。これらの電圧を印加したまま、セルを 90°C から 25°C まで $10^\circ\text{C}/\text{min}$ の速度で冷却し、スメクティック層17を形成した。

【0101】実施例1と同様にして、偏光板7、駆動回路、バックライト等を取り付け、液晶表示装置1を完成させた。この液晶表示装置1は2通りの方法で駆動可能である。1つは、2つの副画素20a、20bの副画素電極5a、5bに同電位を与え、1つの画素として駆動する方法、もう1つは、スメクティック層形成時に $+1\text{V}$ を印加した副画素には 0V あるいはマイナスの電圧を印加して画像を表示し、スメクティック層形成時に -1V を印加した副画素には 0V あるいはプラスの電圧を印加して画像を表示する方法である。この方法では、第1の領域と第2の領域を同時に白表示させることができる。

【0102】後者の方向で駆動した場合、白表示時の輝度が実施例1の1.25倍に増加し、コントラストは $250:1$ であった。前者の方法で駆動した場合には、コントラストは $150:1$ であった。また本実施例では、対向電極を櫛形にパターンニングする必要がなく、工程が簡略化された。その他の性能は、実施例1と同様であった。

【0103】尚、後者の方法で駆動する場合には、白表示が続くと液晶材料8に直流がかかり、イオン性不純物の吸着により焼き付き不良が生じることがある。これを防ぐためには以下のような駆動を行えば良い。

【0104】図17に副画素電極5a、5bの電位と時間との関係を示す。図において横軸は時間、縦軸は1つの副画素電極の電位を示している。尚、同時刻においては副画素電極5a、5bの電位が互いに逆極性の関係となっている。

【0105】1つの副画素の電位は、T1で示した書き込み期間で表示画像に対応した書き込み電圧 V_{in} を印加、続いてT2で示した保持期間で自発分極の反転やイオンの移動により若干低下して保持電圧 V_{hold} となり、最後にT3で示したリセット期間でT1、T2と逆特性のリセット電圧 V_{reset} を印加の順に変動し、このT1～T3が1フレームとなる。T1+T2を t_1 、T3を t_2 としたとき、 $|V_{hold} \times t_1| \leq |V_{reset} \times t_2| \leq |V_{in} \times t_1|$ を満たすように V_{reset} を設定する。これにより t_1 及び t_2 の2つの斜線部における電荷量がほぼ等しくなり、焼き付き不良を防止することができる。

【0106】ここで、1つの副画素の電圧-透過率特性

は図9のような形状を示すので、 t_2 期間では黒表示となる。このため、画像がCRTのようなインパルス表示となり、表示画像が高速に見えた。また t_1 と t_2 との比を4:1とした場合、コントラストは200:1であった。

【0107】(実施例6)図18は本発明の第6の実施例に係る液晶表示装置の一部平面図である。本実施例が実施例1の液晶表示装置と異なる点は、ラビング方向18をゲート線9に対して 45° ずらした点である。

【0108】ラビング方向18をゲート線9に対して 45° ずらしたことにより、一方の櫛形電極13aともう一方の櫛形電極13bの境界部で、スメクティック層17の層間隔が一定でなくなり、液晶材料8の配向が乱れた。配向の乱れた領域の大部分は補助容量線19で隠されているが、補助容量線19よりはみだした部分から光漏れが生じた。そのため、黒表示時の輝度が増加し、コントラストは150:1となった。その他の性能は、実施例1と同様であった。

【0109】(実施例7)次に本発明の第7の実施例を説明する。実施例1ではポリイミド配向膜をラビング処理しているが、本実施例ではストライプパターンを形成することによりネマティック相での液晶分子の配向方向を決めている。それ以外は実施例1と同様である。

【0110】ストライプパターンの形成方法を以下に示す。TFT素子を形成した第1の基板、及びカラーフィルタを形成した第2の基板の上に、感光性ポリイミド(富士ハント社製プロビミド408)をスピンコートし、ホットプレートを用いて 90°C で3分間、仮焼成し、その後マスクを介して露光を行って、現像を行い、さらに N_2 オープン中で 220°C 、30分間、本焼成して、マイクログループを有する $0.5\mu\text{m}$ 幅のストライプパターンを形成した。

【0111】液晶分子のダイレクタはこのストライプとほぼ平行に配向した。つまり、配向処理方法はストライプ方向と等しいと言える。マイクログループでは液晶分子のプレチルト角が 0° となるため、良好な液晶配向性を示した。また、本実施例の液晶表示装置の性能は実施例1のものと同一であった。

【0112】(実施例8)続いて実施例8を説明する。本実施例は、実施例1とはスメクティック層の形成時の印加電圧が異なる。すなわち、実施例1と同様にセルを作製した後、このセルをオープン内で 90°C に加熱した。ゲート線に $+25\text{V}$ を印加しTFT素子のゲートを常時ON状態とし、信号線に 0V を印加して画素電極を 0V に保った。補助容量線には 0V を印加した。一方の櫛形電極13にオフセット $+1\text{V}$ を重畳した $\pm 3\text{V}$ 、 100kHz の交流電圧、もう一方の櫛形電極にオフセット -1V を重畳した $\pm 3\text{V}$ 、 100kHz の交流電圧を印加した。これらの電圧を印加したまま、セルを 90°C から 25°C まで $10^\circ\text{C}/\text{min}$ の速度で冷却し、スメク

ティック層を形成した。

【0113】本実施例の液晶表示装置は、実施例1のものと同等の性能を示した。本実施例のように、スメクティック層形成時に、直流電圧ではなく、オフセット電圧を重畳した交流電圧を印加してもよい。ただし、交流電圧の周波数は液晶分子の応答速度よりも速い 10kHz 以上とする必要がある。交流を重畳すると、液晶内に含まれるイオン性不純物がスメクティック層形成時に配向膜表面に吸着するのを防ぐことができる。このため、 10V 以上のオフセット電圧をスメクティック層形成時にセルに印加しても焼き付き不良を生じることがなかった。

【0114】(実施例9)図19に本発明の実施例9に係る液晶表示装置の一部平面図、図20に概略斜視図を示す。

【0115】本実施例が実施例1と異なる点は、対向電極13を櫛形電極とせずに1つの画素内で2つの電極13a、13bに分割し、画素電極5も2つの副画素電極5a、5bに分割して、電極13aは画素間にまたがる様に基板3全面に形成、また副画素電極5aと電極13bとを導電性の柱状電極21a、副画素電極5bと電極13aとを柱状電極21bで接続した点である。柱状電極の接続のために副画素電極5a、5bの対向する辺、電極13a、13bの対向する辺には突起部を設けてある。

【0116】尚、図19においては簡略を図るために画素電極5、対向電極13が重ならないように描いてあるが、実際には上面から見た場合、これらは重なっている。副画素電極5と対向電極13とが柱状電極21によってクロスした形状で接続されているので、副画素5a、5bの領域の液晶材料に互いに逆極性の電圧が印加される。

【0117】柱状電極21の高さは $2\mu\text{m}$ で、第1及び第2の基板2、3の間隔を制御するスペーサの役割も果たしている。この柱状電極21の形成方法は次の通りである。ポリイミド、シクロブテンポリマー、アクリル、エポキシ等の感光性を有する有機化合物をフォトリソグラフィプロセスで柱状にし、スパッタ等によって柱の側面及び上面にアルミニウム、ニッケル、クロム、モリブデン、タングステン、インジウム、スズ、銅等を用いた金属膜、あるいはこれらの金属酸化膜を形成する。また、銅等を用いてメッキにより形成しても良い。

【0118】スメクティック層の形成は次のように行った。実施例1と同様にセルを作製し、液晶材料を注入した。これをオープン内で 90°C に加熱した。ゲート線9に $+25\text{V}$ を印加しTFT素子4のゲートを常時ON状態とした。信号線10に $+1\text{V}$ を印加し、補助容量線及び対向電極13には 0V を印加した。これらの電圧を印加したまま、セルを 90°C から 25°C まで $10^\circ\text{C}/\text{min}$ の速度で冷却し、スメクティック層を形成した。

副画素電極 5 a、電極 1 3 a の間と副画素電極 5 b、電極 1 3 b の間とでは液晶材料に印加される電圧の極性が反対となるため、スメクティック層の方向は副画素電極 5 a、5 b の上で異なった方向となった。

【0119】実施例 1 と同様にして偏光板、駆動装置、バックライト等を取り付け、液晶表示装置を完成させた。本実施例では実施例 5 の場合と同様な 2 通りの方法で駆動が可能である。実施例 5 の後者の方法で駆動した場合、白表示時の輝度が実施例 1 の 1.25 倍に増加し、コントラストは 250 : 1 であった。実施例 5 の前者の方法で駆動した場合には、コントラストは 200 : 1 であった。更に実施例 5 と比較すると 1 つの画素に 1 つの TFT 素子 4 を形成するだけで済むので、開口率が高くなった。その他の性能は、実施例 1 と同様であった。

【0120】尚、後者の方法で駆動する場合には、白表示が続くと実施例 5 と同様に焼き付き不良が生じることがあるが、これを防止するためには図 17 で示すのと同様な駆動を行えば良い。

【0121】図 17 で示すのと同様な駆動を行った場合、CRT のようなインパルス表示となり、表示画像が高速に見えた。またも 1 と 2 との比を 4 : 1 とした場合、コントラストは 200 : 1 であった。

【0122】(実施例 10) 図 21 に本発明の実施例 10 に係る液晶表示装置の一部平面図を示す。本実施例が実施例 9 の液晶表示装置と異なる点は、隣合う電極 1 3 a を共通にして電極 1 3 a の画素ピッチ方向の幅を概略 2 倍とした点である。電極 1 3 a を共通化するためゲート線 9 の配置が実施例 9 とは異なっている。

【0123】尚、図 21 においても図 19 と同様の簡略化を図っている。電極 1 3 a の画素ピッチ方向の幅が概略 2 倍となっているため、配線抵抗が低減した。本実施例の液晶表示装置のその他の性能は実施例 9 のものと同じであった。以上本発明の実施例を説明したが、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲で種々の変形が可能である。

【0124】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、視野角が広い液晶表示装置及び簡単な工程で視野角が広い液晶表示装置を得ることができる液晶表示装置の製造方法を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の一部分である対向電極の構成を示す平面図。

【図 2】 本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の電極の構成を示す一部平面図。

【図 3】 本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の構成を示す断面図。

【図 4】 本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の電極と液晶分子の配向状態との関係を示す平面図。

【図 5】 本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の構成と液晶分子の配向状態との関係を示す概略斜視図。

【図 6】 相転移時の直流電圧の向きと液晶分子の配向状態との関係を示す図。

【図 7】 従来の液晶表示装置のスイッチング挙動を示す図。

【図 8】 本発明の実施の形態に係る液晶表示装置のスイッチング挙動を示す図。

【図 9】 従来の液晶表示装置の電圧-透過率特性を示す図。

【図 10】 本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の電圧-透過率特性を示す図。

【図 11】 櫛形電極の歯の長手方向と液晶分子の配向状態との関係を示す図。

【図 12】 本発明の第 1 の実施例に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

【図 13】 本発明の第 2 の実施例に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

【図 14】 本発明の第 3 の実施例に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

【図 15】 本発明の第 4 の実施例に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

【図 16】 本発明の第 5 の実施例に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

【図 17】 副画素電極の電位と時間との関係を示す図。

【図 18】 本発明の第 6 の実施例に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

【図 19】 本発明の実施例 9 に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

【図 20】 本発明の実施例 9 に係る液晶表示装置の構成と液晶配列との関係を示す概略斜視図。

【図 21】 本発明の実施例 10 に係る液晶表示装置の構成を示す一部平面図。

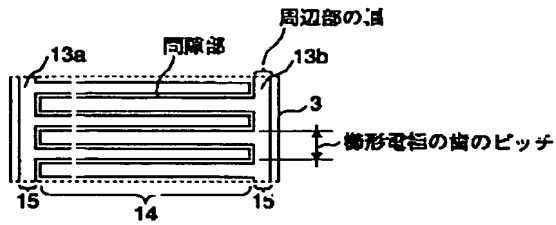
【符号の説明】

- 1…液晶表示装置
- 2…第 1 の基板
- 3…第 2 の基板
- 4…TFT 素子
- 5…画素電極
- 6…配向膜
- 7…偏光板
- 8…液晶材料
- 9…ゲート線
- 10…信号線
- 11…シール材
- 12…スペーサ粒子
- 13…対向電極
- 13 a、13 b…(櫛形)電極
- 14…櫛形電極の歯の部分

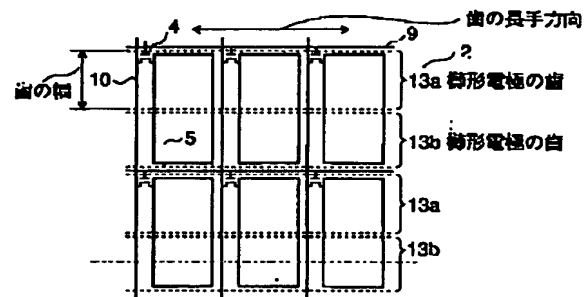
- 15... 櫛形電極の周辺部
- 16... 液晶分子のダイレクタ
- 17... スメクティック層
- 18... 配向処理方向 (ラビング方向)

- 19... 補助容量線
- 20... 副画素
- 21... 柱状電極

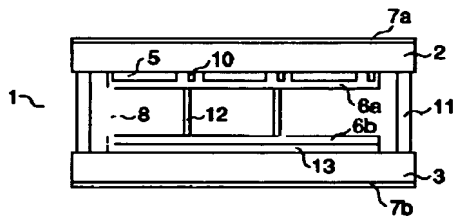
【図1】



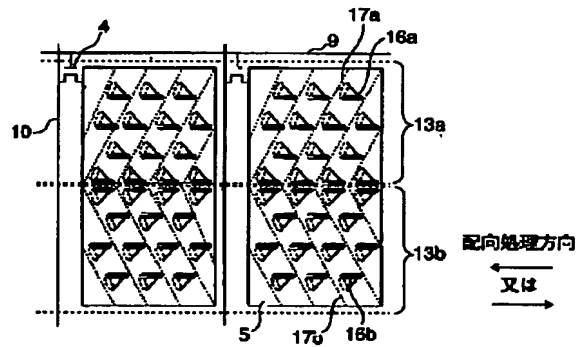
【図2】



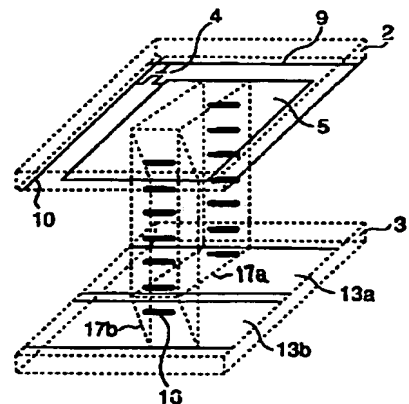
【図3】



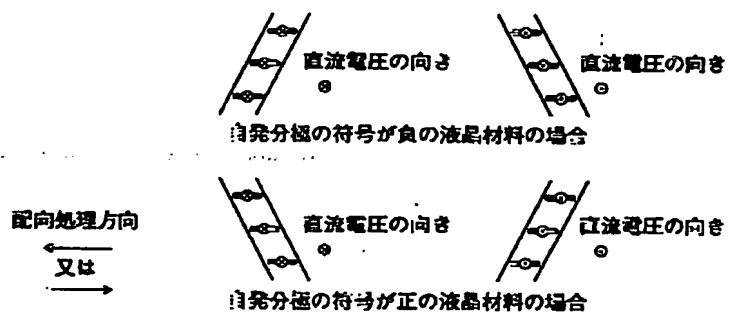
【図4】



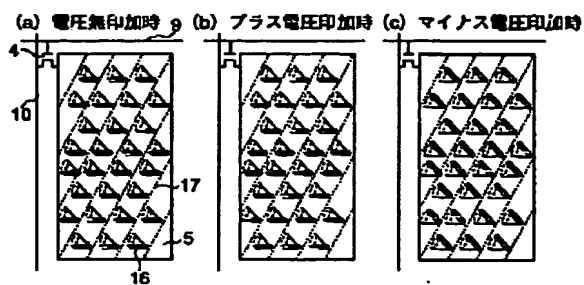
【図5】



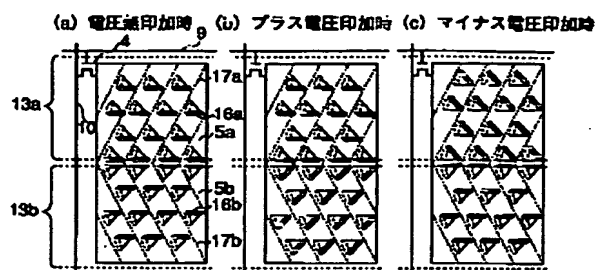
【図6】



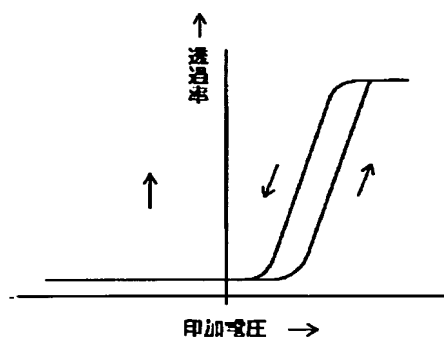
【図7】



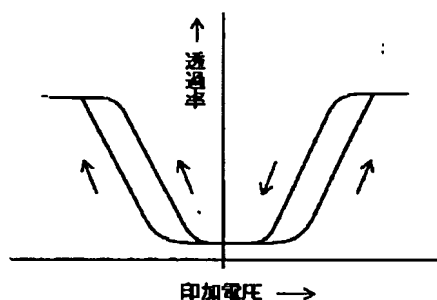
【図8】



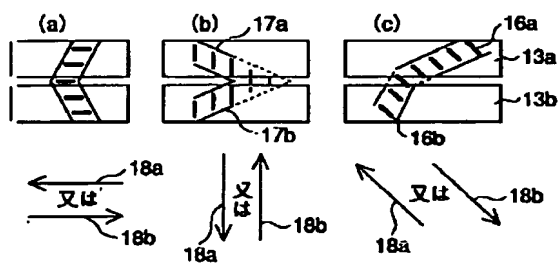
【図9】



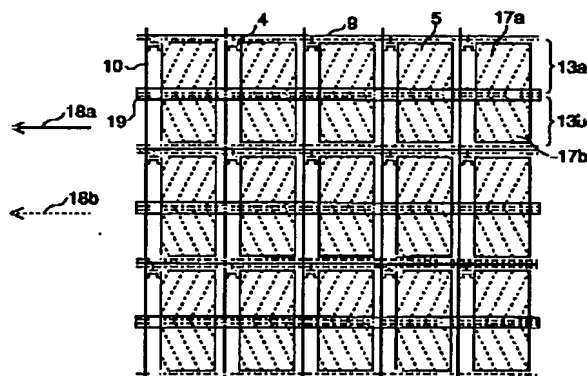
【図10】



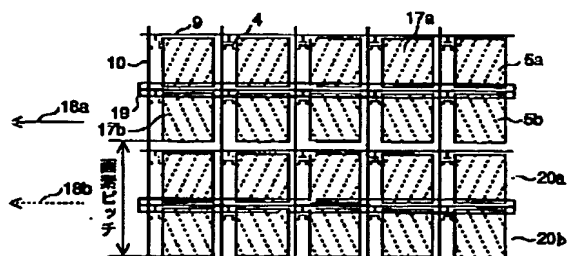
【図11】



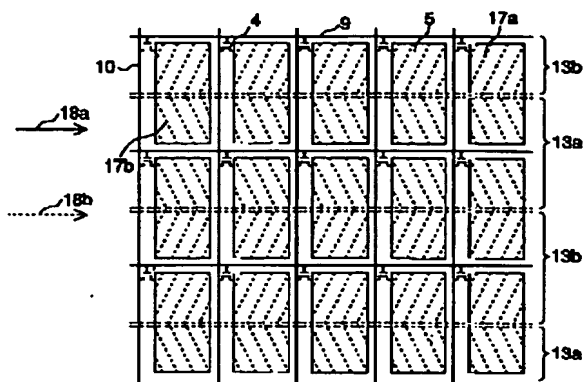
【図12】



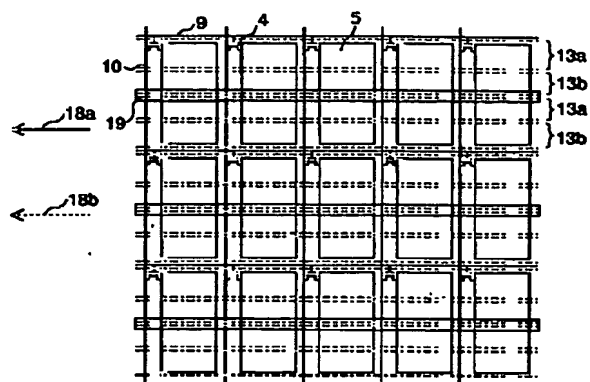
【図16】



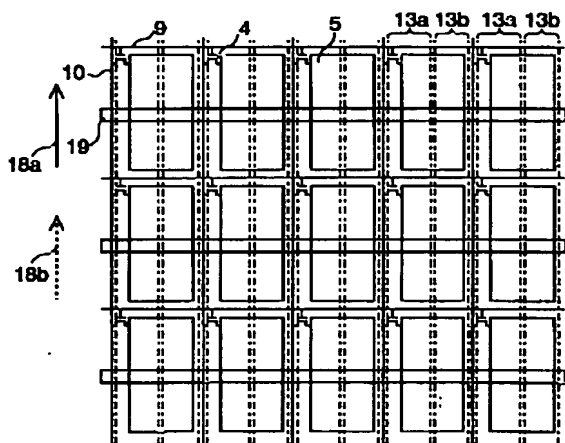
【図13】



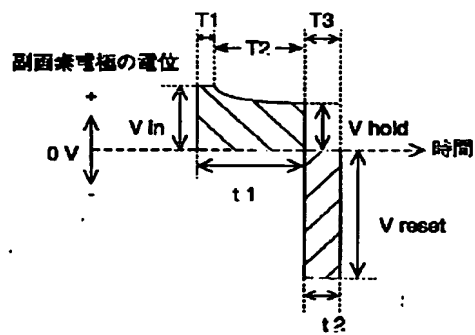
【図14】



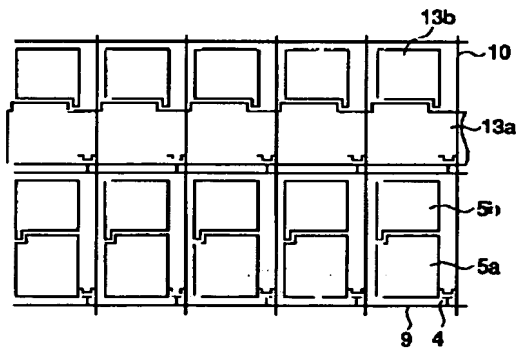
【図15】



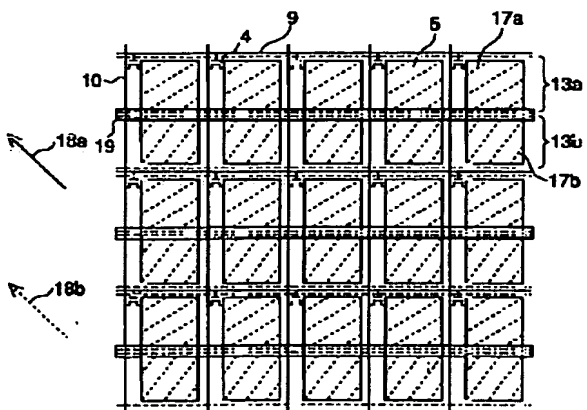
【图 17】



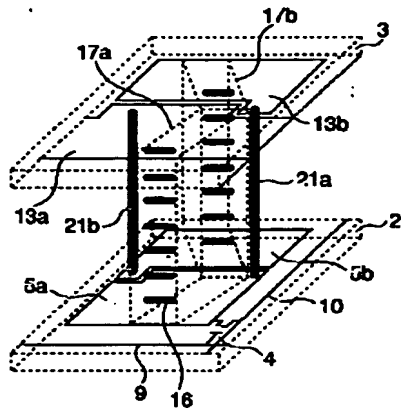
【例 19】



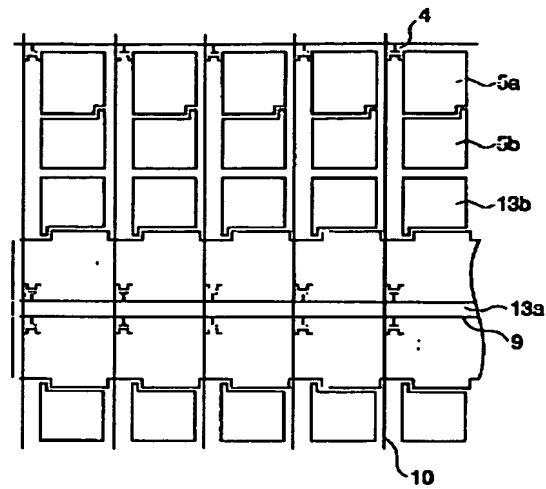
【図18】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(72)発明者 福島 理恵子
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 山口 一
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

(72)発明者 高頭 孝毅
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株
式会社東芝生産技術研究所内

F ターム(参考) 2H090 HA14 HC05 HC12 HC15 HC17
HC18 HD18 JB02 JD14 KA14
LA04 MA05 MA07 MA11 MA17
MB01 MB14

2H092 GA13 GA14 GA20 JA26 JA29
JA38 JA42 JA44 JB14 JB23
JB32 JB33 JB38 JB51 JB56
JB63 JB69 KA05 KA07 KA16
KA18 KB14 KB23 MA05 MA08
MA13 MA17 MA27 MA31 MA35
MA37 MA41 NA04 NA25 PA06
QA13

5C094 AA12 AA43 BA03 BA43 CA24
EA04 EA05 EA07 EB02 ED02
ED14